

УДК 614.8.086.2

К ВОПРОСУ О
СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРОТИВОУДАРНОЙ ЗАЩИТЫ*О. В. Денисов¹, А. Е. Пономарев²,
И. А. Пономарева³*^{1,2}Донской государственный технический университет,
Ростов-на-Дону, Россия³Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,
РоссияOVD63@mail.ruae_ponomarev@mail.ruiaponomareva@sfedu.ru

При разработке противоударных приспособлений для работников, подвергающихся повышенному риску травматизма, важно уменьшение габаритных размеров устройств при сохранении их энергопоглощающей способности. Предлагаемое авторами техническое решение для противоударной защиты крупных суставов, в состав которого входит бандаж в виде спиралей из упруго-пластического материала с эффектом памяти формы, позволяет достаточно эффективно предотвращать травмы подлежащих тканей и может быть предложено к применению в сфере охраны труда для снижения предотвратимых потерь и травматизма при толчках и ударах. В предложенном инновационном противоударном приспособлении применяется эквиатомный титано-никелевый сплав, обладающий оптимальной температурой фазовых переходов, которые необходимы для восстановления формы. Опытной моделью явилось техническое решение противоударного приспособления, в составе которого помимо бандажа предложены электрические контакты на концах спиралей. Данная технология позволяет при внешнем воздействии (толчках, ударах) пластически деформироваться с поглощением энергии удара, а затем восстанавливать исходную форму, в том числе за счет нагрева электрическим током.

Ключевые слова: травматизм, противоударная защита, защита суставов, противоударное устройство, эффект памяти формы, титано-никелевый сплав.

UDC 614.8.086.2

THE QUESTION OF ENHANCING
ANTI-SHOCK PROTECTION*O. V. Denisov,¹ A. E. Ponomarev,²
I. A. Ponomareva³*^{1,2}Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation³Southern Federal University, Rostov-on-Don,
Russian FederationOVD63@mail.ruae_ponomarev@mail.ruiaponomareva@sfedu.ru

An important direction in the development of the shockproof devices for occupations connected with an increased risk of injury is the reduction of their overall size with maintaining their energy absorption ability. The authors offer a technical solution to shockproof protection of large joints, which consists of a band made of coils of an elastic-plastic material with shape memory effect that can effectively protect people from injury and can be used in the field of occupational safety to reduce injuries from shocks or jolts. In the proposed shockproof device the authors used equiatomic Nickel-Titanium alloy which has acceptable temperature phase transitions which are necessary to restore shape. As an experimental model the authors adopted the technical solution of the shockproof device, in which in addition to the band the authors used electric contacts at the spiral ends. This solution allows the punches to plastically deform with the absorption of the impact energy, and then recover the original shape, also due to the electric heating.

Keywords: injury, shockproof protection, joint protection, shockproof device, shape memory effect, Nickel-Titanium alloy..

Актуальность и постановка проблемы.

В документах, регламентирующих перспективы развития РФ, указывается, что одной из основных проблем государственной безопасности нашей страны является прогрессирующая трудонедостаточность и ожидаемое уменьшение в будущем доли трудоспособного населения в его общей численности [1]. В настоящий момент в России осуществляется реализация национального стандарта ГОСТ Р 54934–2012 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья», однако, судя по официальным данным, пока нельзя говорить о снижении профзаболеваемости. В частности, указывается, что одной из основных причин роста профпатологии являются неоптимальные условия труда персонала, отсутствие на производственных объектах соответствующих условий труда [2, 3]. Значительное место в профессиональной заболеваемости занимает профпатология и травматизм крупных суставов персонала. Так, около 15 % стационарных пациентов ортопедо-травматологических отделений составляют больные с патологией коленного сустава, причём это, как правило, лица трудоспособного возраста [4]. В профессиях, характеризующихся наличием высокой вероятности травматизма, существует риск получения на рабочем месте повреждения опорно-двигательного аппарата. В научной литературе спортивного и медицинского направления отмечается, что при динамических нагрузках в момент прыжков, падений, приземлений на организм воздействуют пятикратные перегрузки. Неправильное приземление, особенно в совокупности со скручиванием в коленном суставе, как правило, приводит к травмам важных суставов, что обуславливает в будущем ухудшение трудоспособности и качества жизни [5].

Для профилактики травматизма существует достаточное количество различных защитных средств, из которых наиболее удобными являются наколенники [6]. В настоящий мо-

Problem statement and relevance. The documents regulating the development prospects of the Russian Federation state that one of the main problems of national security of our country is a progressive lack of labor and the expected reduction in the future share of working-age population to its total population [1]. Nowadays Russia sees the implementation of the national standard GOST R 54934-2012 "Occupational safety and health management systems". However, judging by the official data, it is impossible to talk about the reduction of occupational morbidity. In particular, it is stated that one of the main reasons for the growth of occupational diseases is non-optimal working conditions of staff and the lack of relevant conditions on the production facilities [2, 3]. A significant place in the occupational illnesses is occupational pathology and staff large joints injuries. So, about 15% of inpatients of orthopedic and trauma departments are patients with knee joint pathology, and they are usually of working age [4]. In occupations characterized by the presence of the high injury probability, there is the risk of getting on-the-job musculoskeletal system injuries. Scientific sports and medicine literature notes, that the body is exposed to five-fold overload by dynamic loads at the moment of jumping, falling and landing. The wrong landing, especially in combination with twisting of the knee joint, as a rule, leads to important joints injuries, which lead to the future deterioration of work capacity and quality of life [5].

To prevent injuries there is a number of different protective devices, of which the most convenient are knee protectors [6]. Currently the application of such protective de-

мент применение таких защитных устройств отмечается достаточно редко (за исключением спортсменов). Кроме того, выделяется недостаточно средств для обеспечения безопасности основных суставов в профессиях, которые характеризуются повышенной вероятностью травматизма, а также редко применяются перспективные технические устройства на основе материалов повышенной демпфирующей способности [7].

При анализе современных технических решений, лежащих в основе отечественных высокодемпфирующих противоударных устройств [8, 9], было установлено, что в основном это резиноподобные элементы, в качестве которых в России применяются упругие повязки, пластичные материалы, вязкоупругие элементы и детали. Все они, как правило, выполнены в виде восстанавливающегося деформируемого элемента на основе обычного полиуретана и/или геля. Все существующие образцы для более оптимального их применения могут быть доработаны с точки зрения повышения эффективности амортизации от ударных воздействий, увеличения энергоёмкости, например, за счёт работы демпфирующего элемента применяемого материала не только в упругой, но и в пластической областях деформации, включения в состав защитных устройств рациональных энергопоглощающих элементов, уменьшения габаритных размеров моделей.

Обсуждение и результаты. Важным направлением исследований в разработке противоударных устройств для профессий, характеризующихся повышенной вероятностью травматизма, является снижение габаритных размеров этих приспособлений при сохранении их характеристик и энергопоглощающих возможностей. Проектируемый результат возможен при применении перспективных технических решений. Развитие технологий определяет важность изучения использования в области охраны труда материалов, которые способны к деформированию в упругопластических зонах с последу-

вices is relatively rare (with the exception of athletes). In addition, insufficient resources are allocated to ensure the main joints safety in occupations that are characterized by high injury probability, and also advanced technical devices based on materials with high damping capacity are rarely applied [7].

In the analysis of modern technical solutions on which the domestic high-damping anti-shock devices are based [8, 9], it was found that basically they are rubber-like elements like elastic bandages, plastic materials, viscoelastic elements and details used in Russia. They are all usually made in the form of recovering deformable objects on the basis of conventional polyurethane and/or gel. For a more optimal use all existing samples may be modified from the point of view of efficiency increase of impact force depreciation, increasing the power capacity, for example, by the operation of the damping element of the applied material not only in the elastic, but also in the plastic deforming regions, the inclusion in the protective devices rational energy absorbing elements and by the reduction of the overall size of the models.

Discussion and results. An important area of research in the development of the shock-proof devices for professions with high injury probability is the reduction of the overall size of these devices with maintaining their performance and energy absorption capabilities. The projected result is possible with the use of advanced technical solutions. The development of technologies determines the importance of studying the materials used in the field of labor protection, which can be deformed in elastic-plastic areas and after

ющим восстановлением начальных размеров и формы. Таковыми можно считать сплавы с эффектом памяти формы (ЭПФ). Следует отметить, что среди таких материалов безусловным лидером признаны сплавы на основе никелида титана (TiNi). Их принципиальное отличие от, например, сплавов с медью, заключается в том, что TiNi — это стабильное соединение. Для таких сплавов с термоупругим мартенситным превращением характерной особенностью является премартенситная неустойчивость их структуры к сдвигу. Закономерное следствие развития неустойчивости для сплава TiNi (50:50) — это реализация мартенситного перехода ниже 60°C. Установлено, что температура мартенситного перехода снижается при увеличении концентрации никеля. Следовательно, с помощью изменения процентного состава соединения возможно изменять температуру перехода, а также интервал проявления ЭПФ в достаточно широких пределах. Очевидно, что при этом изменяется и характер мартенситного превращения, и свойства памяти. При проведении анализа и исследования сплавов на основе TiNi необходимо понимать, что данный класс материалов характеризуется не только и не столько общими закономерностями структурных свойств и превращений, сколько возможностью управления их изменениями в широком диапазоне. Это обуславливает применение сплавов на основе TiNi для решения самых разнообразных технических задач, а также использование их для разработки новых композиций с другими свойствами. Поэтому весьма перспективным представляется применение в разработанном инновационном противударном приспособлении в качестве упруго-пластической субстанции эквиатомного TiNi сплава, обладающего допустимой температурой переходов фаз для восстановления исходной формы.

При исследовании в качестве экспериментального образца было рассмотрено предлагаемое приспособление противударной за-

that recover their initial size and shape. Alloys with shape memory effect (SME) can be considered as these materials. It should be noted that titanium nickelide (TiNi) alloys are recognized as the undisputed leaders among these materials. Their fundamental difference from, for example, alloys with copper, is that TiNi is a stable connection. For such alloys with a thermoelastic martensitic transformation the characteristic feature is premartensitic instability of their structure to shift. A natural consequence of the development of the instability for TiNi alloy (50:50) is an implementation of the martensitic transition below 60°C. It is established that the martensitic transition temperature decreases with increasing Nickel concentration. Therefore, by changing the percentage composition of the compound we may change the transition temperature and the interval of SME development within a wide range. Obviously, this changes the nature of the martensitic transformation and memory properties. Conducting the analysis and study of TiNi based alloys it should be understood that this class of materials is characterized not only by common laws of structural properties and transformations, but by the possibility to control their changes in a wide range. This leads to the use of TiNi based alloys for a wide variety of technical tasks, as well as their use for the development of new composites with other properties. Therefore, it seems promising to use as elastic-plastic substance in the developed innovative shockproof device equiatomic TiNi alloy with the permissible temperature of the transition phase to restore the original shape.

In the study as an experimental model the authors used the proposed shockproof pro-

щиты, состоящее из тканевой основы с включёнными спиралевидными элементами, выполненными из упруго-пластического материала с ЭПФ. Элементы имеют электрические выходы. Предлагаемое техническое устройство позволяет при ударных нагрузках упруго и пластически деформироваться, поглощая энергию воздействия, после чего возвращается к своей исходной форме, с наличием возможности восстановления, в том числе и за счет электроконтактного нагрева. Спираль опытного образца защитного устройства погружена в эластичный полиуретан, способный к деформации. Это обеспечивает возможность не только закрепления спирали и сохранения требуемого расстояния между ее витками, но и распределения энергии удара [10].

Для восстановления начальных размеров и формы противоударного устройства применяется температурное воздействие на проволоки бандажа для восстановления размеров и формы смятых витков. Нагревание проволок устройства осуществляется портативным электроконтактным нагревателем, соединённым с источником питания. Важно, что при работе предлагаемого приспособления восстановление формы элемента может происходить также за счёт использования других тепловыделяющих устройств, в том числе бытовых.

Для высокодемпфирующего TiNi сплава диапазон температур для восстановления формы материала экспериментально определён — это интервал от 320 до 340 K [11]. Испытание опытной модели устройства противоударной защиты осуществлялось на ударном копре (ГОСТ 10708–82), специально доработанном для настоящих исследований при различных температурных режимах, сопровождающих проведение работ в различных как климатических, так и производственных условиях. В ходе эксперимента при заданной температуре измерялись крутящий момент и величина деформации сдвига. Температура спирали модели подвер-

tection device which consists of a fabric base with the included spiral elements made of elastic-plastic material with SME. Elements have electric outlets. The proposed technical device deforms elastically and plastically under impact conditions, absorbing energy of the impact, and then returns to its original form, with the possibility of recovery which exists also due to the electric heating. Prototype protective device spiral is immersed in elastic polyurethane, capable of deformation. This provides the opportunity to not only secure the spiral and preserve the required distance between its coils, but also to distribute the impact energy [10].

To restore the initial size and shape of the shockproof device the authors applied the thermal effect on tire wires to restore the size and shape of crumpled coils. The heating of the wires is performed by a portable electric heater connected to the power source. It is important that in the work of the proposed device, restoration of the shape of the element can also occur due to the use of other heat-producing devices, including appliances.

For high-damping TiNi alloy the temperature range to restore the shape of the material is experimentally determined as the interval from 320 to 340 K [11]. Testing of the shockproof protection device experimental model was carried out on the impact machine (GOST 10708-82), which was specially modified for this study in different temperature conditions which can occur in the process of work in different climatic and production conditions. In the course of the experiment at a given temperature the authors measured the rotation moment and shear deformation value. The temperature of the spi-

галась контролируемым изменениям с помощью электроконтактного нагревателя и измерялась при помощи цифрового термометра (ГОСТ Р 8.625–2006). Передача сигнала осуществлялась с термодпары, причем спай по общепринятой методике наклеивался клеем БФ–2 (ГОСТ 12172–74) к центру спирали [12]. Особенностью исследования являлось то, что модель противоударного приспособления, подобранного по размеру, надевалась на цилиндрический элемент, имитирующий модель коленного сустава.

В качестве модели испытания было принято приспособление со следующими размерами геометрии модели: диаметр D_n — 120.10–3м (120 мм), длина L — 210.10–3м (210 мм), толщина 5.10–3м (5 мм). Расчётный диаметр D_c спирали из TiNi сплава с ЭПФ составлял примерно 4.10–3м (4 мм), а диаметр проволоки круглого сечения D_p — 1.10–3м (1 мм).

Методика эксперимента была разработана на основе стандартной схемы расчёта энергопоглощения для упругопластических элементов [13, 14].

Установлено, что при динамическом воздействии стандартного копра рабочей площадью $S_y = 1.10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ (1000 мм²) около 200 витков деформировались и поглощали примерно 0,15 кДж, а с учетом деформации полиуретана — до 0,2 кДж.

Основные результаты заключаются в следующем:

1. Энергопоглощающая способность пластических элементов с ЭПФ в большой степени коррелирует с температурой;
2. Экспериментально определённое поглощение энергии (энергопоглощение) превышает 0,1 кДж.

По нормативам [15], энергия ударного воздействия более 0,1 кДж может являться опасной, следовательно, для защитного технического приспособления достаточным является поглощение энергии в пределах 0,15–0,2 кДж.

По результатам проведённого экспери-

mental model was changed under control using electric heater and was measured with a digital thermometer (GOST R 8.625–2006). The signal transmission was carried out with the thermocouple, with the junction pasted to the center of the spiral [12] with glue BF–2 according to the standard technique (GOST 12172–74). A special feature of the study was the fact that the shockproof device model, matched by size, was used on cylindroid element simulating model of the knee joint.

As a model test device the authors took a device with the following dimensions of the model geometry: the diameter D_h — 120.10–3 m (120 mm), length L — 210.10–3m (210 mm), the thickness of 5.10–3M (5 mm). The estimated diameter D_c of the TiNi alloy spiral with SME was approximately 4.10–3m (4 mm) and a diameter of circular cross-section wire D_p — 1.10–3m (1 mm).

The experimental procedure was designed according to the standard scheme of energy absorption calculation for elastic-plastic elements [13, 14].

It was established that during the dynamic impact of the standard impact machine with the working area $S_y = 1.10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ (1000 mm²) about 200 spires were deformed and about 0.15 kJ was consumed, and taken into account the deformation of the polyurethane it was up to 0.2 kJ.

The main results are as follows:

1. Energy absorption capacity of plastic elements with SME correlates with the temperature to a large extent;
2. Experimentally determined energy absorption (energy consumption) exceeds 0.1 kJ.

According to the standards [15], the impact energy of more than 0.1 kJ can be dangerous; therefore, for the protective technical devices energy absorption is sufficient in the range of 0.15–0.2 kJ.

As a result of the carried out experiment

мента определены точки ожидаемой области работы реального устройства. Установлено, что деформации спиральной проволоки совершаются за счёт пластического кручения и изгиба элементов. Пластическое кручение идёт с наибольшим поглощением энергии [16, 17].

При проведении экспериментов восстановление пластически деформированных элементов зависит от степени деформаций сдвига. Так, при деформации сдвига до 10,3 % наблюдаемая степень восстановления формы при первых ударах достигала 98–99 %, в то время как при деформациях, равных 50 % (полное смятие), восстановление составляло лишь около 80 %. Деформация сдвига в каждом цикле испытаний производилась с заранее установленными параметрами.

Этапы цикла:

- нагружение элемента при комнатной температуре;
- разгружение после достижения максимальной деформации;
- последующий нагрев до температуры восстановления размеров и формы [18, 19].

Таким образом, устройство для противоударной защиты характеризуется уменьшением габаритов в сравнении с аналогами и позволяет надёжно защитить сотрудника от травм.

Библиографический список

1. Бабаков, А. Н. Состояние охраны труда в России / А. Н. Бабаков, А. Г. Черникова // Вестник акад. маркетинга и соц.-информац. технологий. — 2013. — № 3–4. — С. 21–23.
2. Губаев, Ф. А. Анализ состояния безопасности труда при проведении дорожных работ и предложения по совершенствованию требований охраны труда / Ф. А. Губаев, Н. В. Никитина // Охрана и экономика труда. — 2011. — № 3 (4). — С. 20–21.
3. Усикова, О. В. Сравнительный анализ

the points in the expected region of the real device operation were determined. It is established that the deformations of the spiral wire are made through plastic torsion and elements bending. Plastic twist takes the highest energy absorption [16, 17].

In the experiments the recovery of the plastically deformed elements depends on the degree of shear deformation. Thus, when shear deformation was up to 10.3%, the observed degree of shape recovery in a first stroke reached 98–99 %, while at strains of 50 % (full collapse), the recovery was only about 80 %. Shear deformation in each cycle of tests was made with the preset parameters.

The stages of the cycle are as follows:

- loading of the element at room temperature;
- unloading after reaching the maximum deformation;
- subsequent heating up to the temperature needed to restore the size and shape [18, 19].

Thus, the device for shock-proof protection is characterized by the reduced size in comparison with its analogues and gives the possibility to reliably protect the employee from injury.

References

1. Babakov A.N. Sostoyanie okhrany truda v Rossii. [The state of labor protection in Russia] Vestnik akad. marketinga i sots.-informats. tekhnologiy, 2013, no.3-4, pp. 21-23 (in Russian).
2. Gubarev F.A. Analiz sostoyaniya bezopasnosti truda pri provedenii dorozhnykh rabot i predlozheniya po sovershenstvovaniyu trebovaniy okhrany truda. [Analysis of the work safety state during road works and proposals for the improvement of health and safety requirements] Okhrana i ekonomika truda, 2011, no. 3 (4), pp.20-21 (in Russian).
3. Usikova O.V. Sravnitelny analiz organizatsii system okhrany zdorovya i bezopas-

организации систем охраны здоровья и безопасности труда (обзор зарубежного опыта) / О. В. Усикова // Сиббезопасность-Спассиб. — 2013. — № 1. — С. 249–253.

4. Декайло, В. П. Структура травм и заболеваний коленного сустава / В. П. Декайло, К. Б. Болобошко // Новости хирургии. — 2007. — Т. 15. — № 1. — С. 26–31.

5. Денисов, О. В. Защитная повязка для крупных суставов при занятиях спортом / О. В. Денисов, И. А. Пономарева, В. А. Зименко // Новые стандарты модернизации педагогического образования в формировании здорового образа жизни и безопасности жизнедеятельности: сб. материалов третьей региональной науч.-практ. конф. Южного федерального округа. — Краснодар : ИПЦ КубГУ, 2015. — С. 90–92.

6. Орлова, Е. В. Комплексная реабилитация больных ранним ревматоидным артритом / Е. В. Орлова, Д. Е. Каратеев, А. В. Кочетков // Научно-практическая ревматология. — 2013. — № 4 (51). — С. 398–406.

7. Давиденко, В. Н. К вопросу о безопасности тренировок и профилактике травматизма при занятиях волейболом / В. Н. Давиденко, И. А. Пономарева, А. Ю. Инжинов // Физическая культура, спорт, здоровье и долголетие: материалы третьей Всероссийской науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону, 2014. — С. 36–42.

8. Наколенник: патент 2425658 Рос. Федерация: МПК А61F5 / 01 / В. А. Парамоско. — № 2010100972/14; заявл. 13.01.2010; опубл. 10.08.11, Бюл. № 22. — 5 с.

9. Наколенник для защиты колена человека: патент 2308373 Рос. Федерация: МПК В29С44 / 12 / В. Зюсс. — № 2004115394/12; заявл. 29.11.02; опубл. 20.10.07, Бюл. № 29. — 10 с.

10. Противоударное приспособление: патент 2578997 Рос. Федерация: МПК

nosti truda (obzor zarubezhnogo opyta). [Comparative analysis of organization of health safety systems (review of foreign experience)] Sibbezopasnost-Spassib, 2013, no.1, pp. 249-253 (in Russian).

4. Dekaylo V.P., Boloboshko K.B. Struktura travm i zabolevaniy kolennogo sustava. [The structure of injuries and diseases of the knee joint] Novosti khirurgii, 2007, vol.15, no.1, pp. 26-31 (in Russian).

5. Denisov O.V., Ponomareva I.A., Zimenko V.A. Zashchitnaya povyazka dlya krupnykh sustavov pri zanyatiyakh sportom. [Large joints protective band in sports] Novye standarty modernizatsii pedagogicheskogo obrazovaniya v formirovanii zdorovogo obraza zhizni i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: sbornik materialov tretey regional'noy nauch.-praktich. konf. Yuzhnogo federal'nogo okruga. [New pedagogical education modernization standards in the formation of healthy lifestyle and safety: proceedings of the third regional sci.-pract. conf. of The Southern Federal District.] Krasnodar: IPTS KubGU, 2015, pp. 90-92 (in Russian).

6. Orlova E.V., Karateev D.E., Kochetkov A.V. Kompleksnaya reabilitatsiya bolnykh artritom. [Comprehensive rehabilitation of patients with early rheumatoid arthritis] Nauchno-prakticheskaya revmatologiya, 2013, no. 4(51), pp. 398-406.

7. Davidenko V.N., Ponomareva I.A., Inzhinov A.Y. K voprosy o bezopasnosti trenirovok i profolaktike travmatizma pri zanyatiyakh voleybolom [To the question of training security and prevention of injuries in volleyball] Fizicheskaya kultura, sport, zdorov'e i dolgoletie: materialy tretiey Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf. [Physical education, sport, health and longevity: materials of the third all-Russian sci.-pract. conf] Rostov-on-Don: 2014, pp. 36-42 (in Russian).

8. Paramoshko A.V. Nakolennik: patent 2425658 Ros. Federatsiya. [Knee protector] Patent RF, no. 2425658, 2011 (in Russian).

9. Zyuss V. Nakolennik dlya zashchity kolena cheloveka: patent 2308373 Ros. Federatsiya. [Knee protector for protecting the knee of a man] Patent RF, no. 2308373, 2007 (in Russian).

10. Meskhi B.C., Denisov O.V., Bulygin Y.I., Ponomarev A.E., Ponomareva A.I.,

A41D13 / 06 / Б. Ч. Месхи, О. В. Денисов, Ю. И. Булыгин, А. Е. Пономарев, И. А. Пономарева. — № 2014134037/12; заявл. 20.08.14; опубл. 27.03.16, Бюл. № 9. — 8 с.

11. Эффект памяти формы в сплавах / под ред. В. А. Займовского. — Москва : Металлургия, 1979. — 472 с.

12. Рогельберг, И. А. Сплавы для термопар / И. А. Рогельберг, В. М. Бейлим. — Москва : Металлургия, 1983. — 360 с.

13. Прикладная механика / под ред. Г. Б. Иосилевича. — Москва : Высшая школа, 1989. — 350 с.

14. Тихомиров, А. Г. Особенности упругопластического кручения стальных образцов с различной исходной текстурой / А. Г. Тихомиров, О. В. Денисов, И. В. Денисов, А. Ю. Назаров // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. — 2004. — № 3. — С. 43–44.

15. Каски защитные. Общие технические условия : ГОСТ 12.4.128–83 [Электронный ресурс] / ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» ; Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии // Электрон. Фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200012733> (дата обращения : 15.10.16).

16. Устройство демпфирования колебаний объекта : патент 2073142 Рос. Федерация: МПК 6F16F1 / 14 / О. В. Денисов, В. А. Мишин. — № 93054945; заявл. 10.12.93; опубл. 10.02.97, Бюл. №4. — 4 с.

17. Управляемая система амортизации автомобиля : патент 2256831 Рос. Федерация: МПК 7F16F1 / 14, B60G11 / 18 / О. В. Денисов, Д. О. Денисов, О. Ю. Дорофеев и др. — № 2003103134/11; заявл. 03.02.03; опубл. 20.07.05, Бюл. № 20. — 7 с.

18. Еремин, И. И. Об испытаниях опытной модели элемента противоударной

Противоударное приспособление: патент 2578997 Ros. Federatsiya. [Shockproof device] Patent RF, no.2578997, 2016 (in Russian).

11. Zaymovsky V.A., ed. Ffekt pamyati formy v splavakh [Shape memory effect in alloys] Moscow: Metallurgiya, 1979, 472 p. (in Russian).

12. Rogelberg I.A., Beylim V.M. Splavy dlya termopar [Alloys for thermocouples] Moscow: Metallurgiya, 1983, 360 p. (in Russian).

13. Iosilevich G.B., ed. Prikladnaya mekhanika [Applied mechanics] Moscow: Vysshaya shkola, 1989, 350 p. (in Russian).

14. Tikhomirov A.G., Denisov O.V., Denisov I.V., Nazarov A.Y. Osobennosti uprugoplasticheskogo krucheniya obraztsov s razlichnoy iskhodnoy stukturoy [Elastic-plastic torsion features of steel samples with different initial texture] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Estestvennye nauki, 2004, no.3, pp. 43-44 (in Russian).

15. Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut metrologicheskoy sluzhby. Federal'noe agenstvo po tekhnicheskomy regulirovaniyu i metrologii. Electron. Fond pravovoy i normativ.-tekhn. dokumentatsii, Konsortsiy «Kodeks» GOST 12.4.128–83. Kaski zashchitnye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. [“All-Russian research Institute of metrological service”, Federal Agency for Technical Regulation and Metrology, Electron. Fund of legal and norm.-tech. documentation, Consortium “Kodeks”. GOST 12.4.128–83 Protective helmets. General specifications] Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200012733> (accessed 15.10.16).

16. Denisov O.V., Mishin V.A. Ustroystvo dempfirovaniya kolebaniy ob'ekta: patent 2073142 Ros. Federatsiya. [Device damping the vibrations of the object] Patent RF, no. 2073142, 1997 (in Russian).

17. Denisov O.V., Denisov O.D., Dorofeev O.Y. et al. Upravlyaemaya sistema amortizatsii avtomobilya: patent 2256831 Ros. Federatsiya. [Controlled suspension system of the car] Patent RF, no. 2256831, 2005 (in Russian).

18. Eremin I.I., Denisov O.V. Ob ispytaniyakh opytnoy modeli elementa protivoudar-

экипировки водителей автотранспорта (Ч. 2) / И. И. Еремин, О. В. Денисов // Инженерный вестник Дона. — 2015. — Т. 36, № 2–2. — С. 124.

19. Топилин, И. В. Об испытаниях опытной модели элемента противоударной экипировки водителей автотранспорта (Ч. 1) / И. В. Топилин, И. А. Пономарева // Инженерный вестник Дона. — 2015. — Т. 36, № 2–2. — С. 123.

noy ekipirovki voditeley avtomototransporta (Chast' II). [On testing of the experimental model of shockproof gear element of motor vehicles drivers (Part II)] Inzhinerny vestnik Dona, 2015, vol. 36, no.2-2, 124 p. (in Russian).

19. Topilin I.V., Ponomareva A.I. Ob ispytaniyakh opytnoy modeli elementa protivoudarnoy ekipirovki voditeley avtomototransporta (Chast I). [On testing of the experimental model of shockproof gear element of motor vehicles drivers (Part I)] Inzhinerny vestnik Dona, 2015, vol. 36, no.2-2, 123 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 10.10.2016

Сдана в редакцию 10.10.2016

Запланирована в номер 15.12.2016

Received 10.10.2016

Submitted 10.10.2016

Scheduled in the issue 15.12.2016

Денисов Олег Викторович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), OVD63@mail.ru

Oleg Viktovich Denisov, Candidate of technical Science, Associate Professor, Department of life safety and environmental protection, Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation) OVD63@mail.ru

Пономарев Алексей Евгеньевич, магистрант направления «Техносферная безопасность» Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ae_ponomarev@mail.ru

Aleksey Evgenevich Ponomarev, Graduate student, Technosphere safety Department, Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation) ae_ponomarev@mail.ru

Пономарева Ирина Александровна, кандидат медицинских наук доцент кафедры «Охрана здоровья человека и безопасности жизнедеятельности» Академии физической культуры и спорта, Южного федерального университета (ЮФУ) (РФ, г. Ростов-на-Дону, пер. Днепро-ский, 116) iaponomareva@sfedu.ru

Irina Aleksandrovna Ponomareva, Candidate of medical Science, Associate Professor, Protection of human health and safety Department, Academy of Physical Culture and Sports, Southern Federal University (SFedU) (Dneprovskiy st., 116, Rostov-on-Don, Russian Federation) iaponomareva@sfedu.ru